

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA
DISCIPLINA DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA**

**A HISTÓRIA DA CIRURGIA DE
RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR DO JOELHO**

RODRIGO ANGELI

CURITIBA, 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIRURGIA
DISCIPLINA DE TRAUMATOLOGIA E ORTOPEDIA**

A HISTÓRIA DA CIRURGIA DE RECONSTRUÇÃO DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DO JOELHO

**MONOGRAFIA DA ESPECIALIZAÇÃO EM ARTROSCOPIA E
TRAUMATOLOGIA DO ESPORTE**

Aluno: Rodrigo Angeli

Orientador: Dr Edmar Stieven Filho

Co-orientadores: Dr Joao Luiz Vieira

Dr Mario Namba

CURITIBA, 2011

Resumo

As reconstruções do ligamento cruzado anterior estão entre os procedimentos mais realizados em cirurgia do joelho em nossos dias. Desde o início do século passado, o interesse por este tipo de lesão vem ganhando espaço. Os últimos trinta anos trouxeram um grande avanço no entendimento da anatomia e biomecânica do LCA, bem como nas técnicas cirúrgicas desenvolvidas. Enxertos sintéticos e reconstruções não isométricas com grande trauma cirúrgico foram algumas tentativas mal sucedidas durante a história desta cirurgia. Avanços tecnológicos dos últimos anos, principalmente o da artroscopia, permitiram que esta cirurgia hoje em dia seja realizada com pouca lesão tecidual, recuperação rápida e alta reprodutibilidade dos excelentes resultados. Apesar de ser o ligamento mais estudado da pesquisa ortopédica, apresenta aspectos biomecânicos em extensa discussão, com novas cirurgias sendo realizadas e com muitos resultados ainda a serem obtidos. Este artigo apresenta uma revisão história da reconstrução cirúrgica do LCA, e alguns aspectos da progressão de sua pesquisa.

Abstract

The reconstructions of the anterior cruciate ligament are among the most frequent procedures performed on knee surgery at these days. From the early past century, the interest of these lesions became known and prevalent. The last 30 years brought remarkable advances on the understanding of the anatomy and biomechanical of the acl, therefore on the surgical techniques developed. Synthetic grafts and nonisometric reconstructions with major trauma were some of the surgical attempts that fail during history. Technological advances on the last years, especially the arthroscopy, allowed that now this surgery is routinely performed with less tissue trauma, fast recovery and reproducibly excellent results. Although it is the most studied ligament on the orthopedics surgery, some biomechanical aspects remain on continued discussion, with new surgical procedures performed and with certain results still yet to come. This article presents a historical review of the surgery for reconstruction of the acl and some aspects of its following research.

Introdução

A reconstrução cirúrgica da ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) está entre os procedimentos mais realizados por cirurgiões de traumatologia esportiva nos dias de hoje. Excelentes resultados podem ser esperados na maioria destes pacientes. Entretanto, foi necessário quase um século de trabalho e pesquisa para se alcançar tais resultados.¹

Estima-se que a incidência anual na população dos Estados Unidos seja de 1 para cada 3.500 habitantes, resultando em aproximadamente 95.000 rupturas deste ligamento por ano. Em números absolutos, mais de 100.000 cirurgias de reconstrução ligamentar do cruzado anterior são realizadas por ano naquele país.²

A história natural completa da lesão do LCA permanece em estudo. Revisões sistemáticas na literatura mostram um consenso de que a lesão causa problemas imediatos na estabilidade do joelho, o que leva a lesões meniscais associadas, falha nos mecanismos estabilizadores secundários e início precoce de osteoartrite.³

O LCA continua sendo o ligamento mais estudado na pesquisa ortopédica. Centenas de trabalhos são publicados todos os anos, com ênfase na seleção dos enxertos, tipos de fixação, resultados, reabilitação e prevenção das lesões.¹

Para o melhor entendimento do contexto destes estudos, é importante olhar o passado, nas falhas e sucessos das diversas técnicas cirúrgicas empregadas.⁴

Histórico

As primeiras descrições sobre a anatomia e a função do ligamento cruzado anterior datam de Galeno (129 DC). Antes disso, acreditava-se que os ligamentos eram partes de nervos, e tinham função contrátil. Galeno os descreveu como sendo estruturas estabilizadoras de articulações, que restringiam os movimentos anormais.

Nos 1600 anos seguintes, as lesões ligamentares receberam pouca atenção. Vários autores descreveram tratamentos conservadores quando se tratava de luxações ou entorses graves. Com a evolução da anestesia, técnicas de assepsia, antibioticoterapia, radiologia, aumento da longevidade e prática de esportes, o ligamento cruzado anterior emergiu na atenção da prática ortopédica.⁵

Por volta de 1845, Amédée Bonnet, na escola de Lyon, descreveu três sinais essenciais indicativos de ruptura aguda do LCA: “Em pacientes que não sofreram uma fratura, um ruído de estalo, hemartrose e perda da função são características de lesão ligamentar do joelho”. Foi baseado em experiência clínica, bem como em estudos em cadáveres. O trabalho permaneceu desconhecido, não foi publicado na língua inglesa.⁶

Em 1850, Stark descreveu o tratamento de dois pacientes com lesão do LCA, com uso de brace, com aparente recorrência e incapacidade funcional persistente.⁷

Em 1875, Georges K. Noulis escreveu uma tese intitulada “*Torsões de Joelho*”, na qual descreveu a função do LCA, e de como a integridade do ligamento deveria ser testada em extensão. O teste proposto é idêntico ao que hoje é conhecido como teste de Lachman.⁸

Em 1879, Paul F. Segond, um cirurgião parisiense, repetiu o trabalho de Bonnet, produzindo lesões em extensão forçada em 90 joelhos. Neste ensaio, descreveu uma fratura avulsão da margem ântero-lateral do planalto tibial, que achava ser rotineiramente associada à lesão do LCA. Essa fratura agora leva seu nome, e é considerada patognomônica desta lesão.⁶

A primeira descrição de um reparo cirúrgico ligamentar de joelho ocorreu em 1903. O médico inglês A. W. Mayo Robson relatou um caso operado oito anos antes. Após uma queda, um mineiro de 41 anos sofria com queixas de instabilidade e fraqueza em seu joelho direito. Os dois ligamentos cruzados foram suturados em suas inserções femorais. Seis anos depois, o paciente estava bem, relatando seu joelho “perfeitamente forte”.⁹ Até então, outro inglês, W. H. Battle, exibiu para a Clinical Society of London um caso de reparo do ligamento cruzado anterior, que julgava ser o primeiro.

Também em 1903, F. Lange, de Munique, executou a primeira substituição do LCA, usando seda trançada ligada ao semi-tendinoso como um ligamento substituto. O procedimento não obteve melhora clínica dos pacientes e foi abandonado.¹⁰

Em 1917, Hey-Groves¹¹ publicou um relato de caso de reconstrução do LCA. Ele usou uma faixa da banda iliotibial, desde sua inserção, direcionado através de um túnel tibial, sendo suturado no periósteo da tíbia. Dois anos após, ele apresentou 14 casos, modificando sua técnica ao manter a inserção tibial da banda iliotibial. Várias foram as críticas recebidas. Mesmo assim, sua técnica é a base das reconstruções intra-articulares modernas.

Willis C. Campbell¹², de Memphis, Tennessee, em 1936, descreveu a frequente tríade de lesão do menisco medial, ligamento colateral medial e ligamento cruzado anterior. Também relatou seu primeiro uso de enxerto do terço medial do tendão patelar, retináculo pré-patelar e da porção do tendão do quadríceps. A técnica era realizar dois túneis, um na tíbia e outro no fêmur, e o enxerto seria suturado no periósteo. Ele disse que este procedimento era mais simples e menos agressivo que o de Hey-Groves. Esta técnica não se popularizou até que MacIntosh a reintroduziu alguns anos mais tarde.

Harry B. Macey, de Rochester, Minnesota, em 1939 foi o primeiro a descrever uma técnica de reconstrução com o uso de enxerto do tendão semitendinoso.¹³ O tendão permanecia inserido na tíbia, era passado por um túnel na tíbia e no fêmur, e então suturado ao periósteo do fêmur. O enxerto era fixado em extensão completa, aplicava-se um aparelho gessado por 4 semanas, e o paciente era liberado para atividades completas a partir da oitava semana do procedimento.

Em 1963, Kenneth G. Jones¹⁴, de Little Rock, Arkansas, resgatou a idéia de usar o 1/3 central do tendão patelar. O tendão permanecia inserido à tíbia, não havia túnel tibial. O autor tinha que perfurar o túnel femoral na margem anterior do sulco intercondiliano, devido ao pequeno comprimento do tendão, que era suturado ao periósteo do fêmur. A técnica era simples, causava pouco trauma cirúrgico, e por isso foi respeitada, apesar de ter sido reconhecido o mau posicionamento do túnel femoral. Em 1966, Helmut Brückner¹⁵, um cirurgião alemão, também descreveu uma técnica com o uso do 1/3 central do tendão patelar, com bloco ósseo patelar. Para

tentar aumentar o comprimento do tendão, ele fez um túnel tibial, por onde o tendão era passado e fixado no fêmur com uma sutura fixada em um botão na cortical lateral do fêmur.

Kurt Franke, de Berlim, em 1969, foi o primeiro a preconizar o uso do enxerto osso-tendão-osso. Ele utilizou 1/4 central do tendão patelar ligado a um bloco ósseo da tíbia e da patela. O enxerto era fixado como uma cunha óssea na tíbia e um cartucho ósseo no fêmur. A técnica foi derivada dos procedimentos de Brücken e Jones, mas com a idéia de utilizar como enxerto livre. Em 1976, ele relatou cerca de 100 casos operados, principalmente em jogadores de futebol. Um de seus pacientes continuou a fazer parte dos Jogos Olímpicos, como pugilista, cinco meses após a cirurgia.¹⁶

Apesar dos trabalhos destes pioneiros, o período entre os anos 30 e 60 foi mais de discussão sobre a necessidade de reparo primário ou de reconstrução do LCA, do que sobre o aprimoramento de técnicas cirúrgicas. Cirurgiões de renome, como Hugston e Quigley defendiam que o ligamento cruzado anterior não necessitava de reparo se os meniscos e a cápsula articular estivessem íntegros. Eles não reconheciam a importância do LCA como restritor primário da translação anterior da tíbia e de sua lesão isolada.¹

Um novo interesse em reparo primário do LCA surgiu no início da década de 70. Em 1972, Feagin¹⁷ apresentou seus índices de sucesso do reparo em soldados da Academia de West Point, durante o encontro anual da American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Suas ideias foram reforçadas por MacIntosh¹⁸ que descreveu bons resultados com a sutura do ligamento atrás da parede lateral do côndilo femoral, chamada de sutura “over-the-top”. A técnica foi modificada por Marshal e se tornou rapidamente a preferência cirúrgica.¹⁹

Entretanto, isso não durou muito. Feagin, em 1976, publicou um trabalho no qual mostrou o follow-up de cinco anos dos pacientes da academia de West Point. Apesar do sucesso inicial, os pacientes apresentavam instabilidade recorrente e perda da função.²⁰

Reconstruções extra-articulares

Por volta dos anos 70, ficou claro que a deficiência do LCA levava a deteriorização funcional e que algum tipo de reconstrução era necessário ser feita para corrigir este problema. Os estudos começaram a ser feitos com teste mecânicos em modelos experimentais (cadáveres)^{17,18}. Criou-se então o conceito de “instabilidade rotacional do joelho”, descrito por Slocum e Larson¹⁹. Eles notaram que um mecanismo em valgo e rotação externa resultam em lesão do ligamento colateral medial, cápsula pósteromedial e do LCA. Porém, falharam em reconhecer a lesão isolada do LCA. Desta forma, os procedimentos cirúrgicos foram desenvolvidos para corrigir a instabilidade rotatória antero-medial resultante.

Vários procedimentos foram descritos para prevenir a subluxação anterior da tibia e para mantê-la numa posição reduzida e rodada interna, incluindo transferência da “pata de ganso”, retensionamento da cápsula pósteromedial, e avanço do ligamento colateral medial para uma posição mais proximal e posterior.²⁰

Kennedy e Fowler, em 1971, publicaram um estudo anatômico demonstrando que o LCA poderia ser lesado sem o envolvimento das estruturas capsulares mediais.²¹No ano seguinte, o fenômeno do “*pivot shift*” foi publicado por Galway et al²². A partir de então, a ênfase no tratamento se concentrou em procedimentos para corrigir a subluxação anterior da tibia com bases no compartimento lateral.

Para concertar a instabilidade ligamentar, D. L. MacIntosh, em 1972, descreveu uma técnica cirúrgica que utilizava um enxerto de fáscia lata, passando abaixo do ligamento colateral lateral, e inserida no septo intermuscular (MacIntosh I). Em uma modificação subsequente (MacIntosh II), o enxerto era trazido de volta para intra-articular, passado por um túnel tibial.²²

Em 1975, M. Lemaire²³ descreveu suas técnicas de reconstrução ligamentar exclusivamente extra-articular, nas quais a fáscia lata era utilizada para o tratamento do LCA roto. Diversas variantes foram desenvolvidas (Lemaire II, III, IV), cada uma com um diferente meio de direcionar o enxerto em relação ao ligamento colateral lateral. Segundo o autor, em paciente com ruptura isolada do LCA, a taxa de bons resultados é de 91%.

A contribuição de John Lachmann, da Philadelphia, ficou conhecida no encontro anual da AAOS em 1976, em New Orleans. Um de seus estudantes, Joseph S. Torg descreveu um teste clínico, e o chamou de Teste de Lachmann, em homenagem ao seu professor.²⁴ Entretanto, este princípio já havia sido descrito por Ritchey em 1960, Trillat em 1948, e antes de todos por Noulis, em 1875.

Outros procedimentos utilizando a banda iliotibial foram descritos simultaneamente por Loose et al²⁵, Ellisson²⁶, e Andrews e Sanders²⁷. Loose et al descreveu a retirada proximal da banda iliotibial, passagem do enxerto através de um túnel extra-articular, pelo gastrocnêmio lateral e então abaixo do ligamento colateral lateral. Ellisson descreveu uma reconstrução “dinâmica”, também utilizando a banda iliotibial, porém com sua desinserção distal. Ele passava o enxerto abaixo do colateral lateral, e o fixava mais distal. Andrews reconheceu a importância da isometria, e imaginou uma reconstrução que ficasse tensa tanto em flexão quanto em extensão. Ele retirava duas faixas da banda iliotibial, e as suturava extra-articularmente num ponto no côndilo femoral lateral. Este procedimento reduzia o pivô shift inicialmente, mas não funcionava dinamicamente e tendia a falha precoce.

Reconstruções intra-articulares

No início dos anos 80, o tratamento da instabilidade anterior do joelho começou a ser focalizado mais no LCA do que nas estruturas capsulares laterais. Noyes publicou sua pesquisa, que definiu claramente o LCA como restritor primário da subluxação anterior da tibia.²⁹ A partir de então, os cirurgiões passaram a modificar os procedimentos para uma reconstrução mais anatômica, e as técnicas intra-articulares começaram a ser utilizadas.

Insall foi um dos primeiros cirurgiões a realizar estas modificações. Utilizando uma faixa da banda iliotibial, ele passava o enxerto intra-articular, fixando na porção anterior da tibia.³⁰

MacIntosh e Marshall²⁸, decidiram usar o terço central de todo o mecanismo extensor, utilizando a porção mais larga do tecido aponeurótico pré-patelar.

Mantendo a inserção distal, o enxerto é direcionado através do intercôndilo até a parede lateral do fêmur, e inserido com suturas ou grampo. Este procedimento ficou conhecido como MacIntosh III ou “quadriceps patelar tendon over-the-top”. O enxerto não tinha isometria, e a parte delgada do tecido pré-patelar tendia a falhar, fazendo com que esta técnica tenha entrado em desuso.

O enxerto osso patelar-tendão-osso tibial foi novamente posto em prática. Como já descrito anteriormente, desenvolvido na Alemanha, sua eficácia clínica foi demonstrada nos Estados Unidos por Clancy.³¹ Ele sugeriu o uso do terço central do tendão, ao invés do medial, e recomendava um reforço com reconstrução lateral. Mais tarde, em 1991, O'Brien et al³² mostrou que os reforços laterais não eram necessários para bons resultados clínicos.

Ao mesmo tempo em que o interesse em cirurgias intra-articulares surgia, a procura por outros tipos de enxerto também crescia. Alguns autores publicaram o uso do menisco medial para enxerto do LCA.^{33,34} No final dos anos 80, ainda era considerado como uma opção cirúrgica.

Macey, em 1939, originalmente descreveu o uso dos tendões flexores para a reconstrução do LCA³⁵. Zarins e Rowe³⁶ repopularizaram seu uso quando publicaram os resultados de uma reconstrução do LCA utilizando o semitendíneo, com a adição de um procedimento de MacIntosh II. O tendão flexor era passado por um túnel tibial, pelo côndilo femoral lateral, e fixado no tubérculo de Gerdy, enquanto a faixa da banda iliotibial também era passada através do côndilo femoral, e pelo mesmo túnel tibial. Esta reconstrução combinada foi amplamente utilizada nos anos 80, com excelente estabilidade, mas requeriam artrotomia e grande dissecação de partes moles, o que levava a dor pós-operatória e perda do arco de movimento.

Ligamentos Sintéticos

As técnicas cirúrgicas utilizadas até então eram agressivas aos tecidos moles e invariavelmente causavam maus resultados, como dor crônica e perda da amplitude de movimento do joelho.

Surgiu então o interesse no desenvolvimento de ligamentos sintéticos para a substituição do LCA. Acreditava-se que poderiam ser mais resistentes que os enxertos do próprio doador, sem necessidade de amplas dissecções nem da morbidade no sítio doador.¹

Mas as tentativas já haviam acontecido. Em 1903, Lauge, em Munique, utilizou seda para um reforço no semitendíneo, sem sucesso. Corner, em 1914, usou o fio de prata.

Os primeiros ensaios clínicos publicados usaram uma estrutura de polietileno chamada de Polyflex. A fraca resistência e a dificuldade de incorporação óssea fizeram com que falhasse rapidamente.³⁷ Outro enxerto composto de teflon, chamado Proplast, também teve altas taxas de falhas após 1 a 2 anos de cirurgia³⁸.

Em 1981, D. J. Dandy (Cambridge) foi o primeiro a implantar um ligamento substituto reforçado com fibras de carbono, através de um procedimento artroscópico. Os resultados foram particularmente pobres.⁴⁰ Desafortunadamente, depósitos de carbono foram encontrados na membrana sinovial e no fígado, o que colocou um final no avanço do uso desta técnica.

Vários outros tipos de enxerto sintético foram estudados e aplicados, feitos com fibra de carbono, Gore-Tex, Dracon e polietileno. Os procedimentos artroscópicos começaram a tomar frente nas cirurgias, juntamente com ligamentos sintéticos, tornando a reconstrução do LCA uma cirurgia rápida, com mínimo trauma cirúrgico. Porém, todos eles apresentavam altas taxas de falha, pois tendiam a fragmentação ou ao estiramento. Clinicamente, eram responsáveis por sinovites de repetição, dor e instabilidade.^{38, 39}

A demanda pelo uso de enxertos sintéticos perdeu interesse pelo uso de técnicas artroscópicas intra-articulares de reconstrução, com uso de enxertos livres autólogos.¹

Artroscopia

Devido ao avanço tecnológico dos anos 80, a artroscopia e os materiais necessários para a realização do procedimento se tornaram disponíveis. As primeiras reconstruções intra-articulares eram realizadas por amplas artrotomias para a visualização direta da posição dos túneis ósseos e passagem do enxerto. A medida que a artroscopia se tornou popular, as técnicas cirúrgicas evoluíram para reconstruções intra-articulares menos agressivas, com melhor conhecimento dos locais de inserção do neo-ligamento.⁴⁰

Os primeiros procedimentos eram realizados com duas incisões, uma na parte anterior da tíbia e outra na porção lateral do côndilo femoral lateral. A dissecação do acesso lateral permitia a visualização da parte posterior do côndilo lateral, possibilitando a confecção do túnel femoral tipo “outside-in”, com fixação do enxerto com grampos, parafusos esponjosos ou de interferência na cortical lateral.⁴¹

Avanços na confecção de guias para o correto posicionamento dos túneis ósseos e na fixação dos enxertos tornaram o segundo acesso lateral no fêmur desnecessário. No início dos anos 90, a técnica de reconstrução do LCA com artroscopia e incisão única se tornou popular, com a perfuração do túnel femoral de forma intra-articular, o chamado “inside-out”.⁴²

No começo dos anos 90, o procedimento de Jones, o enxerto livre osso-tendão-osso do terço central do tendão patelar, passou a ser largamente utilizado, devido a sua simplicidade e consistência de bons resultados.⁶ Inicialmente foi utilizada com reforço lateral extra-articular, mas estudos subsequentes demonstraram que a técnica sem o reforço apresentava igualmente bons resultados. Devido ao risco de rigidez pós operatória e principalmente por risco ao

mecanismo extensor, alguns autores começaram a utilizar os tendões semitendinoso e grácil.

O pioneiro na técnica do enxerto dos tendões flexores em quatro feixes, com uso de artroscopia, foi Friedman⁴³, em 1988. Esta técnica se popularizou após o Encontro Anual da AAOS, em 1992. Outros autores como Larson, Howell⁴⁴, Rosenberg⁴⁵ e Pinczewski⁴⁶ utilizaram os tendões semitendíneo e grácil em três ou quatro feixes. Começaram a se utilizar diferentes formas de fixação do enxerto, tais como o “endo-button”, âncora de polietileno, parafusos de interferência biodegradáveis e pinos cruzados.

Os enxertos livres de tendão-osso patelar-tendão e dos flexores com uso da artroscopia passaram a ser as técnicas de reconstrução padrão para a lesão do ligamento cruzado anterior.³¹

Evolução do Posicionamento dos Enxertos

Ao longo da história da reconstrução cirúrgica do LCA, os cirurgiões reconheceram a anatomia complexa deste ligamento e a necessidade da restauração de sua função, através do posicionamento cada vez mais anatômico dos túneis ósseos. A posição anatômica tende a causar menos estiramento do enxerto, menos impacto anterior e menor perda do arco de movimento.¹ O erro mais comum é o posicionamento muito anterior do túnel tibial ou femoral.

Vários autores descreveram o posicionamento ideal do túnel tibial, como sendo posterior ao “footprint” tibial, ou cerca de 6mm anterior à inserção tibial do ligamento cruzado posterior^{47,48}. Isto levou ao desenvolvimento de guias mais precisos para o correto posicionamento do enxerto.

Com o uso das técnicas “all-inside”, também existiu a necessidade do correto posicionamento do túnel femoral, sem o risco da ruptura da cortical posterior do fêmur. Utilizando guias então desenvolvidos, os cirurgiões conseguiram posicionar o túnel o mais posterior possível, mantendo íntegra a cortical posterior. Hoje, utilizam-se guias que promovem a preservação de no mínimo 2mm da cortical.¹

Outro aspecto importante na evolução da reconstrução cirúrgica do LCA foi a busca pela correta angulação do enxerto, tanto no plano coronal quanto no sagital. A orientação dos túneis ósseos no plano sagital era ainda mais importante na utilização do enxerto tendão-osso-tendão. O correto posicionamento dos túneis, principalmente o tibial, tem relação direta com o comprimento do enxerto utilizado. Após a fixação do bloco ósseo no fêmur, o posicionamento mais ou menos verticalizado tem relação com o comprimento restante do enxerto, para que o bloco ósseo restante permaneça inserido na tíbia. Nos casos de enxertos muito longos, alguns autores relataram uma técnica de encurtamento do enxerto, com sua rotação de cerca de 540°. ⁴⁹ Outros utilizavam o aprofundamento do enxerto no fêmur ou a fixação extracortical na tíbia, com grampos ou postes.

Os que preferiram a utilização do enxerto de partes moles (tendões flexores) não tinham tanta preocupação com o tamanho, mas sim com o tipo de fixação óssea.

Inicialmente, foram fixados na cortical lateral do fêmur, utilizando um poste ou o “endo-button”. Alguns trabalhos publicados, como o de Hoher et al, ⁵⁰ demonstraram que a fixação do enxerto muito distante da articulação pode levar a um “efeito mola”, que resulta numa alta taxa de frouxidão. A fixação mais próxima da articulação faz um enxerto funcionalmente mais curto, com maior rigidez e funcionalidade. Dessa maneira, parafusos de metal e bio-absorvíveis e dispositivos de fixação bicortical, os pinos cruzados, foram desenvolvidos. Os resultados clínicos ainda não mostram diferenças significativas nestes tipos de fixação.

Em relação ao plano coronal, com a utilização da técnica de incisão única, a preocupação é no posicionamento correto do túnel femoral. Percebeu-se que caso o túnel tibial fosse muito verticalizado, o posicionamento do guia femoral somente permitiria um túnel femoral na posição chamada de 12 horas, ou seja, no teto no intercôndilo, levando a um enxerto muito vertical. Segundo Loh et al, ⁵¹ apesar de um enxerto verticalizado produzir resultados semelhantes na estabilidade ântero-posterior do joelho (teste de Lachman), eles diminuem o controle rotacional quando comparados aqueles fixados na posição de 10 horas, ou seja, mais horizontais, que passou a ser a posição mais desejada.

Reconstrução em Dupla-Banda

Estudos recentes têm demonstrado diferenças anatômicas e funcionais nas duas principais bandas que compõe o LCA, a ântero-medial e a pósterio-lateral, em relação a sua orientação, distribuição de força e tensão durante o arco de movimento.⁵² Ensaios biomecânicos têm demonstrado que mesmo uma reconstrução anatômica com banda simples não é capaz de restaurar a cinemática rotacional normal do joelho.⁵³

Com base nestes estudos, novas técnicas cirúrgicas de reconstrução do LCA vêm sendo desenvolvidas, com o intuito de restaurar as duas bandas anatômicas do ligamento roto, a assim chamada “reconstrução em dupla-banda”. Ao reconstruir a origem e inserção de cada uma das bandas isoladamente, pode-se obter estabilidade ântero-posterior e rotacional mais próximo da normalidade.

Baseado nos excelentes resultados clínicos das técnicas atuais de reconstrução com banda simples há uma preocupação de que o aumento na complexidade técnica e no trauma cirúrgico possam estar ultrapassando os anseios para melhores resultados.

Estudos clínicos com *follow up* ainda pequenos demonstram resultados promissores da reconstrução em dupla-banda.⁵⁴ Porém, ensaios a longo prazo são necessários para melhor determinação do impacto clínico e da superioridade desta técnica em relação as que já estão bem definidas na literatura atual.

Bibliografia

1. McCulloch PC, Lattermann C, Boland AL, Bach BR, Jr. An illustrated history of anterior cruciate ligament surgery. *The journal of knee surgery*. 2007 Apr;20(2):95-104.
2. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American journal of sports medicine*. 2005 Oct;33(10):1579-602.
3. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American journal of sports medicine*. 2005 Oct;33(10):1579-602.
4. Boland AL. Anterior cruciate ligament techniques, past and present. *Techniques in Orthopaedics*. 1998;13:208-220.
5. Snook GA. A short history of the anterior cruciate ligament and the treatment of tears. *Clinical orthopaedics and related research*. 1983 Jan-Feb(172):11-3.
6. Colombet, MA. *A história da cirurgia do LCA*. Bordeaux-Mérignac Centre of Orthopaedic and Sports Surgery - 9 rue Jean Moulin - F-33700 Mérignac, France.
7. Noulis G. (1875) Entorse du genou. Thèse N° 142. Fac Med Paris 1875; 1-53
8. Stark, J.: Two cases of rupture of the crucial ligament of the knee-joint. *Edinb. Med. Surg*. 74:267, 1850.
9. Mayo Robson A.W. (1903) : Rutured cruciate ligaments and their repair by operation. *Ann. Surg.*, 37: 716-718, 1903
10. Lange F (1903) Über die Sehnenplastik. *Verh Dtsch Orthop Ges* 2:10-12.
11. Hey-Groves, E. W.: Operation for the repair of the crucial ligaments. *Lancet* 2:274, 19 17.
12. Campbell W.C. (1936) Repair of the ligaments of the knee : Report of a new operation for the repair of the anterior cruciate ligament. *Surg Gynecol Obstet*. 62: 964-968
13. Macey H.B (1939) : A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligament of the knee joint. *Surg.Gynecol. Obstet.*, 69:108-109, 1939.
14. Jones K.G. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament- a follow-up report. *J. Bone Join Surg.*, 52A:1302-1308, 1970.

15. Bruckner H. (1966) Eine neue Methode zur Kreuzbandplastik. Chirg. 37:413-414.
16. Franke K. (1970) Clinical experience in 130 cruciate ligament reconstructions. Orthop. Clin.North Am,7101-102 1970
17. Kennedy JC, Fowler PJ, Peltier LF. Medial and anterior instability of the knee: an anatomical and clinical study using stress machines. Clinical orthopaedics and related research. 1995;321:3.
18. Noyes FR, DeLucas JL, Torvik PJ. Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates. The Journal of bone and joint surgery. 1974;56(2):236.
19. Slocum DB, Larson RL. Rotatory instability of the knee: its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. The Journal of bone and joint surgery. 1968;50(2):211.
20. SLOCUM DB, LARSON RL. Pes anserinus transplantation: a surgical procedure for control of rotatory instability of the knee. The Journal of bone and joint surgery. 1968;50(2):226.
21. Kennedy JC, Fowler PJ, Peltier LF. Medial and anterior instability of the knee: an anatomical and clinical study using stress machines. Clinical orthopaedics and related research. 1995;321:3.
22. Galway R, Beaupre A, MacIntosh D. Pivot shift: a clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. J Bone Joint Surg [Br]. 1972;54:763-4.
23. LEMAIRE M. Instabilité chronique du genou: technique et résultats des plasties ligamentaires en traumatologie sportive. J. 1975:281-94.
24. Torg JS, Conrad W, Kalen V. Clinical I diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. The American journal of sports medicine. 1976;4(2):84.
25. Losee R, Johnson T, Southwick W. Anterior subluxation of the lateral tibial plateau. A diagnostic test and operative repair. The Journal of bone and joint surgery. 1978;60(8):1015.
26. Ellison A. Distal iliotibial-band transfer for anterolateral rotatory instability of the knee. The Journal of bone and joint surgery. 1979;61(3):330.
27. Andrews JR, Sanders R. A" mini-reconstruction" technique in treating anterolateral rotatory instability (ALRI). Clinical orthopaedics and related research. 1983;172:93.

28. Marshall JL, WARREN RF, WICKIEWICZ TL, REIDER B. The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clinical orthopaedics and related research*. 1979;143:97.
29. Butler D, Noyes F, Grood E. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study. *The Journal of bone and joint surgery*. 1980;62(2):259.
30. Insall J, Joseph D, Aglietti P, Campbell R. Bone-block iliotibial-band transfer for anterior cruciate insufficiency. *The Journal of bone and joint surgery*. 1981;63(4):560.
31. Clancy W, Nelson DA, Reider B, Narechania R. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *The Journal of bone and joint surgery*. 1982;64(3):352.
32. O'brien S, Warren R, Pavlov H, Panariello R, Wickiewicz T. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *The Journal of bone and joint surgery*. 1991;73(2):278.
33. Royer Collins H, Hughston JC, Dehaven KE, Bergfeld JA, Evarts CM. The meniscus as a cruciate ligament substitute. *The American journal of sports medicine*. 1974;2(1):11.
34. Ivey FM, Blazina ME, Fox JM, Del Pizzo W. Intraarticular substitution for anterior cruciate insufficiency. *The American journal of sports medicine*. 1980;8(6):405.
35. Macey H. A new operative procedure for repair of ruptured cruciate ligaments of the knee joint. *Surg Gynecol Obstet*. 1939;69:108-9.
36. Zarins B, Rowe CR. Combined anterior cruciate-ligament reconstruction using semitendinosus tendon and iliotibial tract. *The Journal of bone and joint surgery*. 1986;68(2):160.
37. Blazina M. Biomechanic discussion of the polyflex ligament in late reconstructions of injured ligaments of the knee. Berlin: Springer-Verlag. 1978:22-32.
38. William Woods G, Homsy CA, Prewitt JM, Tullos HS. Proplast leader for use in cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 1979;7(6):314.
38. Indelicato PA, Pascale MS, Huegel MO. Early experience with the GORE-TEX polytetrafluoroethylene anterior cruciate ligament prosthesis. *The American journal of sports medicine*. 1989;17(1):55.

39. Woods GA, Indelicato PA, Prevot TJ. The Gore-Tex anterior cruciate ligament prosthesis. *The American journal of sports medicine*. 1991;19(1):48.
40. Dandy DJ, O'Carroll P. Arthroscopic surgery of the knee. *British medical journal (Clinical research ed)*. 1982;285(6350):1256.
41. Ferrari JD, Bush-Joseph CA, Bach Jr BR. Arthroscopic-Assisted Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Patellar Tendon Autograft Substitution-Two-Incision Technique. *Techniques in Orthopaedics*. 1998;13(3):242.
42. Hardin G, Bach B, Bush-Joseph C, Farr J. Endoscopic single-incision anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft: Surgical technique. *JOURNAL OF KNEE SURGERY*. 2003;16:135-45.
43. Friedman MJ. Arthroscopic semitendinosus (gracilis) reconstruction for anterior cruciate ligament deficiency. *Techniques in Orthopaedics*. 1988;2(4):74.
44. Howell MSM. Arthroscopically assisted technique for preventing roof impingement of an anterior cruciate ligament graft illustrated by the use of an autogenous double-looped semitendinosus and gracilis graft. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 1993;1(1):58-65.
45. Rosenberg T. Technique for endoscopic method of ACL reconstruction. *Technical Bulletin, Mansfield, MA, Acuflex Microsurgical*. 1993.
46. Pinczewski LA, Thureson P, Otto D, Nyquist F. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using four-strand hamstring tendon graft and interference screws. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1997;13(5):661-5.
47. Lemos MJ, Albert J, Simon T, Jackson DW. Radiographic analysis of femoral interference screw placement during ACL reconstruction: endoscopic versus open technique. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1993;9(2):154-8.
48. Miller MD, Olszewski AD. Posterior tibial tunnel placement to avoid anterior cruciate ligament graft impingement by the intercondylar roof. *The American journal of sports medicine*. 1997;25(6):818.
49. Verma NN, Dennis MG, Carreira DS, Bojchuk J, Hayden JK, Bach Jr BR. Preliminary clinical results of two techniques for addressing graft tunnel mismatch in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *JOURNAL OF KNEE SURGERY*. 2005;18(3):183.

50. Höher J, Livesay GA, Ma CB, Withrow JD, Fu FH, Woo SLY. Hamstring graft motion in the femoral bone tunnel when using titanium button/polyester tape fixation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1999;7(4):215-9.
51. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SLY. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement* 1. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2003;19(3):297-304.
52. Amis A, Dawkins G. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume*. 1991;73(2):260.
53. Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(4):975.
54. Fu FH, Shen W, Starman JS, Okeke N, Irrgang JJ. Primary anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008;36(7):1263.